

LUIS MÁRQUEZ  
Dr. Ing. Agrónomo

# EL CONTROL DE LA DERIVA EN LA APLICACIÓN DE FITOSANITARIOS

## *Las boquillas de baja deriva*

Análisis de las diferentes alternativas que ofrecen los fabricantes de boquillas de pulverización por presión de líquido para reducir la deriva, de manera que se pueda cumplir lo que establece la norma UNE-EN 12 761 para la 'Protección Ambiental' en las aplicaciones por pulverización.



La eficacia de los tratamientos fitosanitarios realizados por pulverización depende de la cobertura, expresada ésta en número de gotas por centímetro cuadrado de superficie tratada.

Pulverizando con gotas de pequeño tamaño se puede conseguir mayor cobertura para la misma cantidad de caldo aplicada, aunque también aumenta el porcentaje de gotas que se evaporan sin alcanzar el objetivo, dando lugar a lo que se conoce como deriva. Como consecuencia, el porcentaje de líquido en gotas de menos de 100  $\mu\text{m}$  se toma como referencia para comparar la deriva que se produce con distintos tipos de bo-

quillas de pulverización hidráulica.

Seguidamente se analizan las diferentes alternativas que ofrecen los fabricantes de boquillas de pulverización por presión de líquido para reducir la deriva, de manera que se pueda cumplir lo que establece la norma UNE-EN 12 761 para la 'Protección Ambiental' en las aplicaciones por pulverización, según la cual "el diámetro del 10% del volumen de gotas de las boquillas de pulverización para cultivos bajos no debe de ser inferior al que se obtiene utilizando una boquilla de chorro plano con ángulo de pulverización de 110° y un caudal de 0.72 L/min, con presión de pulverización de 2.5 bar, aunque esta

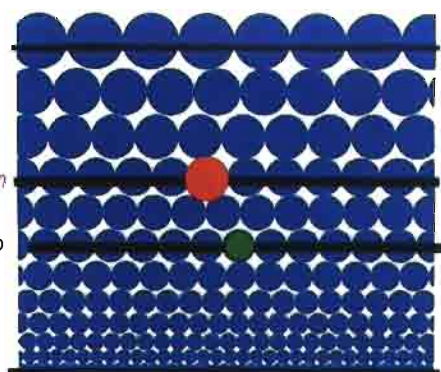
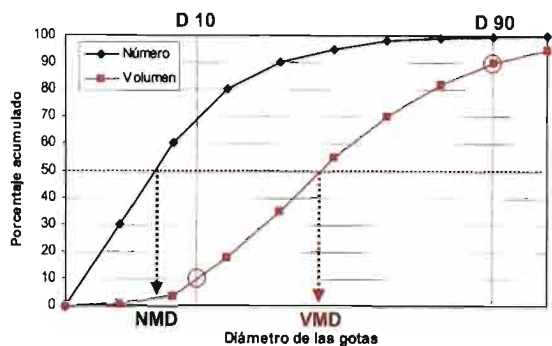
prescripción no se aplica si se utiliza un equipo para la reducción de la deriva (cortina de aire, pantalla de recuperación, etc.)".

Estas boquillas de baja deriva ofrecen la posibilidad de realizar aplicaciones en condiciones ambientales diferentes a las que se consideran como idóneas, por aumento del viento, de la temperatura ambiente o por la baja humedad relativa de la atmósfera.

### **Caracterización de las poblaciones de gotas en pulverización**

Para definir las características de las poblaciones de gotas

Caracterización de una población de gotas.



se utiliza habitualmente lo que se conoce como diámetro de la gota mediana del volumen del líquido pulverizado (VMD), o sea el diámetro de la gota que ocupa una posición tal que la mitad del líquido pulverizado se encuentra en gotas más pequeñas y la otra mitad en gotas más grandes.

Como complemento se utiliza el conocido como diámetro de la gota mediana en número (NMD), que corresponde al diámetro de la gota de tamaño tal que la mitad de la población pulverizada es de gotas más pequeñas y la otra mitad en gotas más grandes.

La homogeneidad de esta población se puede calcular dividiendo el VMD por el NMD. En el caso de que diera como valor 1, todas las gotas serían iguales. Los valores más elevados indican que es menor la homogeneidad

de las gotas producidas. También interesa conocer el porcentaje de líquido que se pulveriza en gotas de menos de 100  $\mu$ m.

Con boquillas de pulverización hidráulica, los tamaños (VMD) de gotas producidas, sobre la base de boquillas de 1 L/min de caudal nominal trabajando a 3 bar de presión, son:

- Boquillas cónicas: 260  $\mu$ m
- Boquillas de abanico (110°): 300  $\mu$ m
- Boquillas de abanico (80°): 400  $\mu$ m
- Boquillas deflectoras: 650  $\mu$ m

Las dimensiones del orificio de salida afectan al tamaño de la gota pulverizada, de manera que en una boquilla de abanico de 80° de ángulo de apertura, que suministra 1 L/min, el tamaño de las gotas (VMD) es de 400  $\mu$ m, mientras que en una boquilla del

mismo tipo que proporciona 2 L/min, el tamaño de las gotas producidas pasa a 500  $\mu$ m.

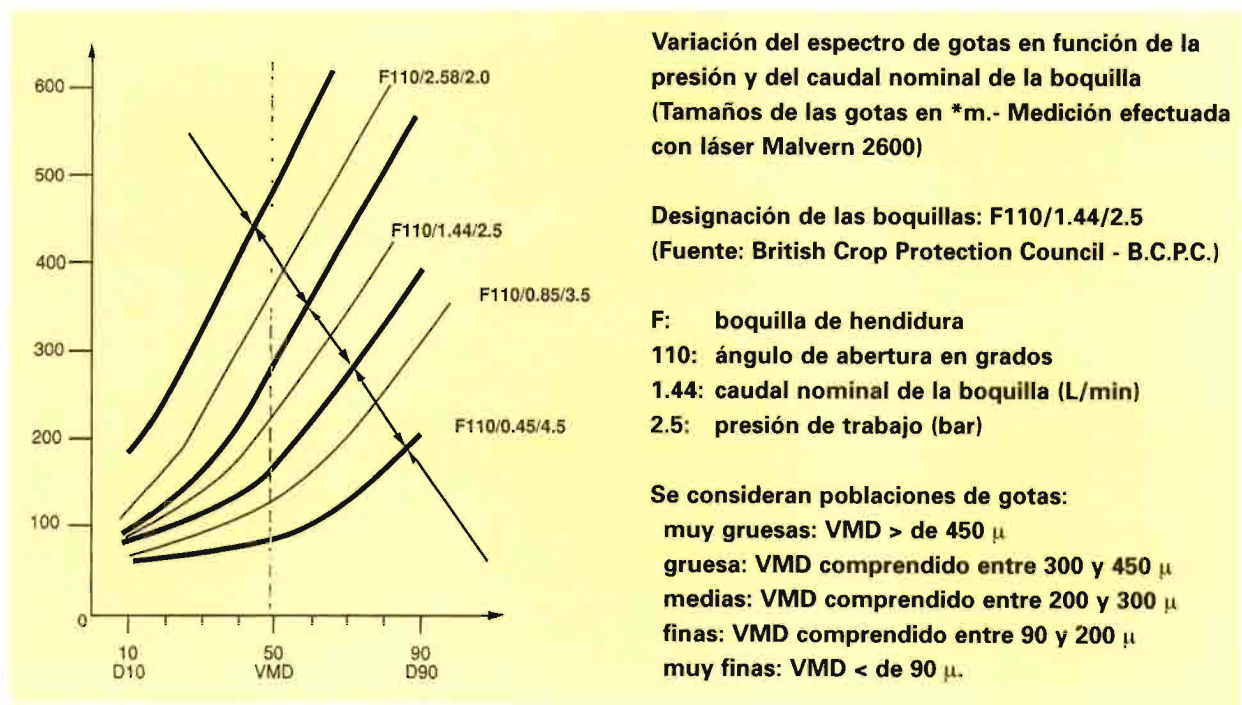
En la figura adjunta se puede observar cómo cambia la finura de la pulverización cuando lo hace el caudal nominal de la boquilla y la presión de trabajo.

La homogeneidad de las gotas producidas, tomando como referencia el cociente VMD/NMD, para los tipos básicos de boquillas, es:

- Cónicas: 1.8 a 5.0
- Abanico: 2.0 a 8.0
- Deflectoras: 4.0 a 12.0

De lo anteriormente expuesto se pueden sacar dos consecuencias:

- Que trabajando con boquillas de bajo caudal y altas presiones aumenta el porcentaje de líquido en gotas susceptible de deriva.



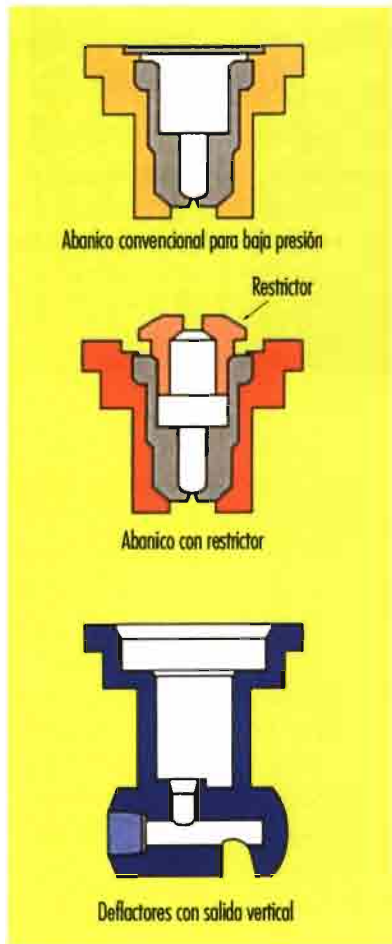
Variación del espectro de gotas en función de la presión y del caudal nominal de la boquilla (Tamaños de las gotas en  $\mu$ m.- Medición efectuada con láser Malvern 2600)

Designación de las boquillas: F110/1.44/2.5 (Fuente: British Crop Protection Council - B.C.P.C.)

- F: boquilla de hendidura
- 110: ángulo de apertura en grados
- 1.44: caudal nominal de la boquilla (L/min)
- 2.5: presión de trabajo (bar)

- Se consideran poblaciones de gotas:
  - muy gruesas: VMD > de 450  $\mu$ m
  - gruesa: VMD comprendido entre 300 y 450  $\mu$ m
  - medias: VMD comprendido entre 200 y 300  $\mu$ m
  - finas: VMD comprendido entre 90 y 200  $\mu$ m
  - muy finas: VMD < de 90  $\mu$ m.

Boquillas convencionales de baja deriva.



- Que con boquillas que producen espectro de gotas menos homogéneo, los porcentajes de líquido en gotas pequeñas, susceptibles de pérdidas por deriva, y en gotas grandes, que ocasionan pérdidas por escurrimiento, aumentan.

En las aplicaciones con volumen de caldo reducido, en las que se necesita utilizar boquillas de bajo caudal, hay que evitar especialmente las pérdidas por deriva.

## Boquillas convencionales de baja deriva

En el mercado se encuentran diferentes tipos de boquillas definidas como de 'baja deriva':

- Boquillas de chorro plano convencionales aptas para trabajar a baja presión, que mantienen el ángulo de abertura de chorro a presiones de 1 bar; por el hecho de poder trabajar a menor presión se reduce la población de gotas más finas y con ello la deriva.
- Boquillas de chorro plano con restrictor calibrado por delante del orificio de salida, lo que hace que las gotas se formen con menor presión de líquido y consecuentemente sean de mayor diámetro, aunque salgan con menor velocidad inicial.
- Boquillas deflectoras de ranura vertical, aptas para montaje en portaboquillas convencionales, que disponen de una cámara

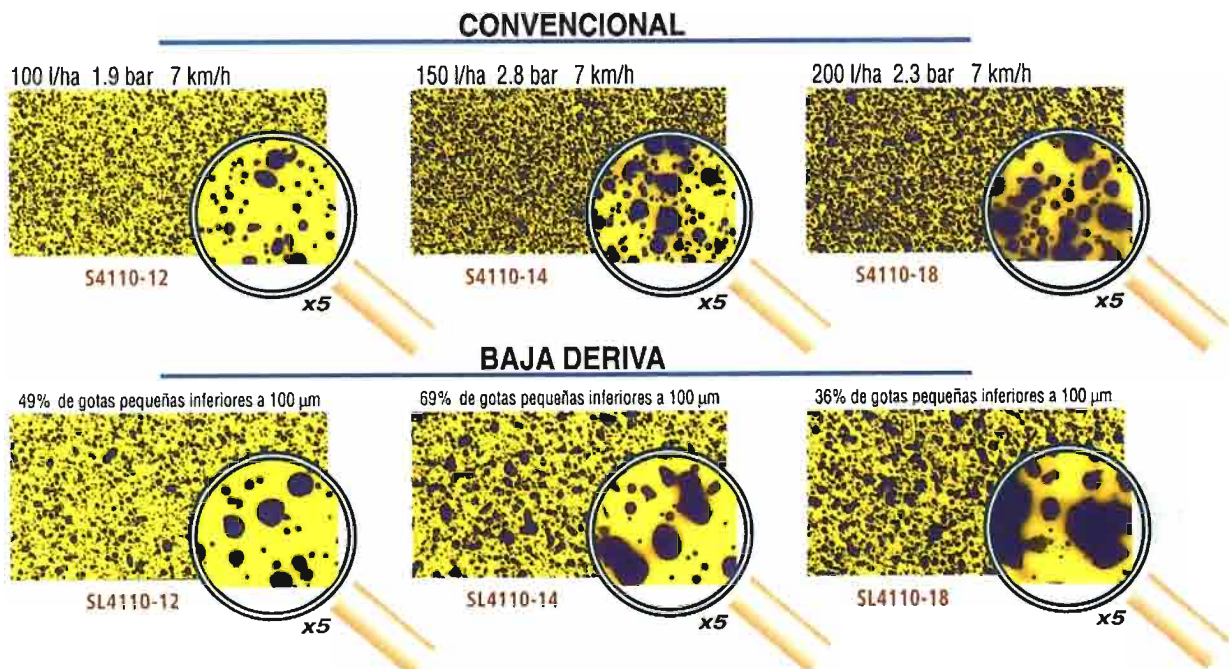
de descompresión intermedia, lo que hace que se produzcan gotas de tamaño mayor; en estas boquillas el ángulo del chorro de pulverización aumenta con la presión de trabajo, pasando de 110° a 1 bar hasta 140° a presiones de 3 bar, lo que permite trabajar a menor distancia del objetivo.

Dado que la deriva está relacionada con la energía cinética de las gotas (dependiente del tamaño y de la velocidad de las gotas) y no sólo del tamaño de las gotas, hay fabricantes que prefieren las boquillas 'normales' y controlan la deriva, que podría producirse con bajos volúmenes, recurriendo a otros sistemas como los de 'cortina de aire'.

Puede decirse que:

- Las boquillas de 'baja deriva' permiten obtener pequeños caudales con pulverización gruesa.
- A caudales elevados las ventajas de las boquillas de 'baja deriva' frente a las convencionales desaparecen totalmente.
- Una gota procedente de una boquilla de baja deriva es más lenta que otra, del mismo tamaño, procedente de una boquilla normal.
- La deriva es menor en la boquilla de 'baja deriva' si el tipo de

Depósito sobre papel hidrosensible de las gotas producidas con boquillas convencionales y de baja deriva (Doc. Hardi).



pulverización es más grueso que el que se consigue con la boquilla 'normal'.

- La deriva es menor en la boquilla 'normal' si el caudal proporcionado es igual o superior al de la boquilla de 'baja deriva'.

## Boquillas de inyección de aire

Para conseguir una buena eficacia trabajando en condiciones ambientales difíciles es para lo que se han desarrollado las boquillas con inyección de aire, que cambian el panorama de la aplicación de fitosanitarios.

En estas boquillas para pulverización hidráulica se introduce cierta cantidad de aire en el circuito de líquido, antes de llegar a lo que puede considerarse como la boquilla 'convencional', utilizando un sistema venturi en combinación con orificios calibrados.

El objetivo de esta entrada de aire es el de producir una modificación en el tamaño de las gotas pulverizadas, ya que incluyen en su interior una cantidad de aire en forma de burbujas, lo que permite controlar la deriva, sin aumentar el volumen de caldo pulverizado por unidad de superficie.

En el comienzo se utilizaron boquillas de dos cuerpos (Agrotop - Turbodrop), el primero encargado de la inyección de aire y el segundo de la pulverización, siendo éste similar al de una boquilla convencional. En el cuerpo superior, unido a la tubería de alimentación se sitúa un orificio calibrado que controla el paso del líquido y lo deja pasar a través de un venturi que aspira aire atmosférico y lo mezcla con el líquido, quedando retenido en su interior en forma de burbujas. En el segundo cuerpo de la boquilla se encuentra una cámara de compensación de presión en



comunicación con el orificio de salida. La unión de ambos cuerpos se realiza mediante una conexión de bayoneta, idéntica a la que se utiliza para unir las boquillas al portaboquillas, de manera que se pueden separar los cuerpos para proceder a su limpieza en el caso de obstrucción.

## EL OBJETIVO DE LA INYECCIÓN DE AIRE ES EL DE PRODUCIR UNA MODIFICACIÓN EN EL TAMAÑO DE LAS GOTAS PULVERIZADAS

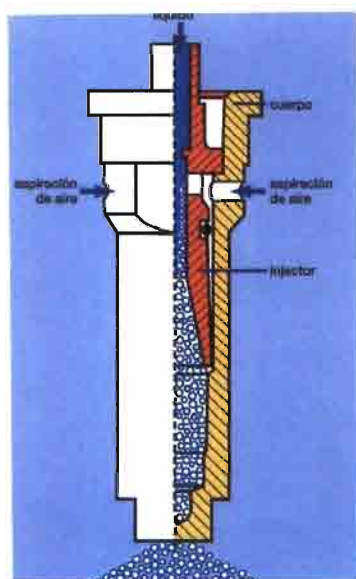
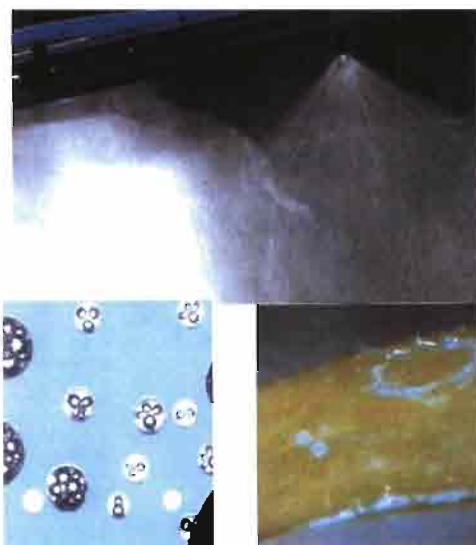
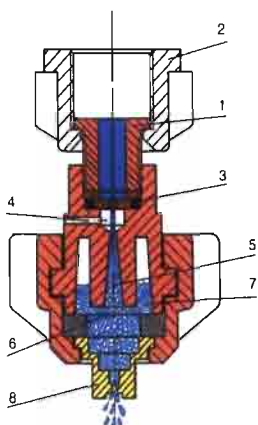
Sucesivamente han ido apareciendo en el mercado otros modelos en los que no destacan los cuerpos independientes, con lo que se consigue una boquilla más compacta, aunque siempre hay dos elementos separables, de manera que uno de ellos encaja en el interior del otro. Con este sistema constructivo hay dos variantes: con toma de aire lateral, como en los modelos

que ofrece Hardi (InJet), Lechler (Air-Injector ID) y TeeJet (AI), o con toma de aire junto a la salida de líquido, ofrecida por Agrotop en su modelo AirMix.

En cualquier caso, la tendencia en la fabricación de estas boquillas ha sido la de reducir la presión mínima de trabajo, de manera que si, inicialmente se situaba en 3 bar, en la actualidad pueden hacerlo a presiones de más bajas (a partir de 2 bar). El tamaño medio de las gotas (VMD), para boquillas de inyección de aire con caudal de 0.96 L/min, a presión de 2 bar, es de 636 µm, frente a los 433 µm de una boquilla deflectora de ranura vertical, los 380 µm de la de abanico con restrictor (baja deriva) y los 268 µm de la de abanico convencional.

Cuando se empezaron a utilizar estas boquillas de inyección de aire surgieron ciertas dudas sobre la eficacia biológica de la pulverización con algunas materias activas como consecuencia del gran tamaño de la gota, aunque se producía la explosión de la misma cuando alcanzaba el objetivo. Las experiencias realizadas en diferentes centros de

Boquillas de inyección de aire  
(Doc. Turbodrop y Lechler).



Esto no quiere decir que en todos los tratamientos conviene utilizar boquillas de inyección de aire, ya que en condiciones atmosféricas normales las boquillas convencionales pueden ser más eficientes y, además, más baratas.

## HAY UNA NOTABLE INFLUENCIA ENTRE EL TIPO DE BOQUILLAS UTILIZADAS LA Y DERIVA PRODUCIDA

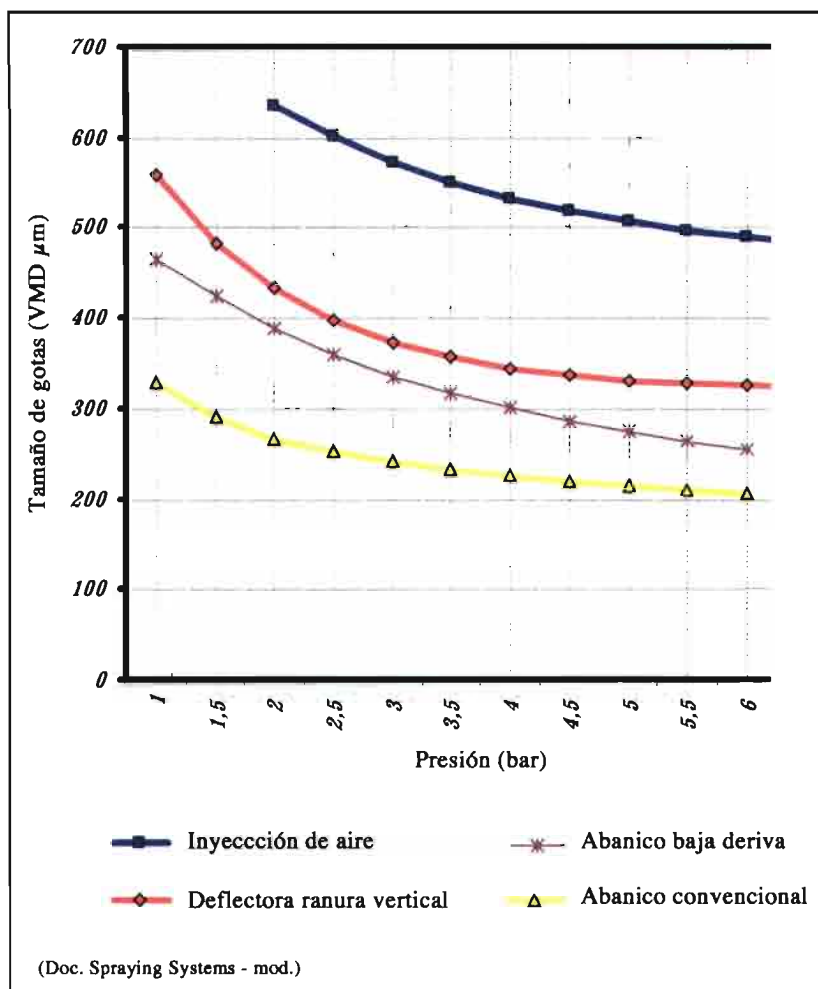
En las boquillas de inyección de aire descritas, la entrada de aire es una consecuencia del efecto venturi que genera el líquido de pulverización, por lo que hay que mantener una relación entre el paso de entrada del líquido y la salida de pulverización de la boquilla, lo que obliga a utilizar boquillas diferentes en función del caudal que se debe de aplicar.

También se encuentran en el mercado unas boquillas con control de la inyección de aire, como

investigación independiente han puesto de manifiesto que si bien puede haber una ligera pérdida de eficiencia biológica en algunos productos que actúan mejor con gota muy fina, la notable reducción de la deriva y el aumen-

to de la capacidad de trabajo por el mayor número de horas disponibles (posibilidad de trabajar con condiciones atmosféricas menos favorables) hace que aumente su demanda a medida que los usuarios las conocen.





las que ofrece el sistema Airjet de TeeJet. Esta alternativa permite, con una sola boquilla, de tipo deflectora, producir gotas de diferente tamaño a la vez que modificar el caudal de pulverizado.

Para la inyección de aire se utiliza un compresor, de manera que, modificando las presiones del aire y del líquido que llega a la boquilla, se puede ajustar del volumen de caldo aplicado (L/ha), y la finura de la pulverización con cinco niveles; un sistema electrónico ajusta presión de líquido y presión de aire para conseguirlo, o advierte de la imposibilidad de alcanzar la situación prefijada.

## A modo de conclusión

A partir de la información publicada de las pruebas realizadas por instituciones de investigación aplicada se deduce que hay una notable influencia entre la

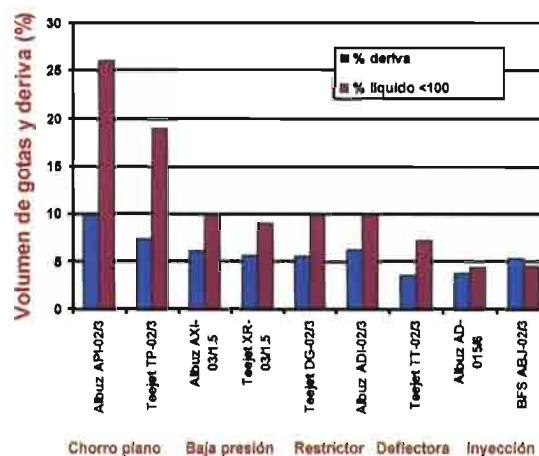
deriva producida y el tipo de boquillas utilizadas.

Según el tipo de boquilla utilizada, la deriva se puede reducir entre un 40 y un 70% con respecto a la que se produciría utilizando boquillas de abanico plano del tipo normal.

En resumen:

- No todas las boquillas antideriva se comportan de la misma manera. Son las de inyección de aire las que permiten mayores grados de reducción de la deriva en situaciones atmosféricas similares.
- Las boquillas deflectoras de bajo caudal ofrecen buenas posibilidades en la reducción de la deriva, gracias al elevado ángulo de abertura (130 a 150°) lo que hace posible que puedan trabajar más próximas al suelo.
- Puede decirse que no aparecen diferencias significativas entre boquillas de diferentes marcas, siempre que utilicen el mismo diseño constructivo.

- Si se utiliza una boquilla de mayor calibre se puede reducir la deriva, aunque se produce un aumento de caudal y del volumen aplicado para la misma velocidad de avance del equipo.
- Por el contrario, si se aumenta la presión con el mismo calibre de boquilla, se produce un aumento de la deriva, a la vez que se incrementa el volumen de caldo aplicado por unidad de superficie.
- Esto hace aconsejable, si se desea reducir la deriva, utilizar boquillas del mayor calibre posible, compatibles con el tipo de aplicación que se realiza, antes que aumentar la presión de trabajo.



Correlación entre deriva y volumen de líquido en gotas de menos de 100 µm

Condiciones de referencia:

- Caudal de las boquillas de 0.8 L/min (para 100 l/ha a 10 km/h de velocidad de avance).
- Viento de 3.5 m/s.

En conclusión, se puede decir que las boquillas de inyección de aire construidas con material cerámico, son las más aconsejables, ya que de esta manera se reduce el desgaste, dado que con ellas se trabaja a mayor presión. El único inconveniente es su mayor coste de adquisición. La conveniencia de recurrir a este tipo de boquillas para trabajar en condiciones atmosféricas desfavorables, no debe de tomarse como indicativo de que son siempre preferibles a las boquillas convencionales en condiciones de trabajo normal. ■